

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 25 796 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 04 B 35/58**  
B 23 B 27/14  
B 27 G 13/00  
B 27 G 15/00  
// C23C 14/34, 14/06,  
16/50, 16/34

②① Aktenzeichen: P 44 25 796.1  
②② Anmeldetag: 21. 7. 94  
②③ Offenlegungstag: 2. 2. 95

DE 44 25 796 A 1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
29.07.93 CH 02290/93

⑦① Anmelder:  
Balzers AG, Balzers, LI

⑦④ Vertreter:  
Lichti, H., Dipl.-Ing.; Lempert, J., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat.; Lasch, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 76227  
Karlsruhe

⑦② Erfinder:  
Schütz, Hans, Dipl.-Wirtsch.-Ing., Balzers, LI;  
Maushart, Josef, Dipl.-Ing. (FH), Solothurn, CH

⑤④ Beschichtetes Werkzeug und dessen Verwendung

⑤⑦ Ein beschichtetes Werkzeug besteht aus einem Cermet-Grundkörper und einer Veredelungsschicht. Zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit ist die Veredelungsschicht eine Verschleiß-Schutzschicht aus (Ti, Me)N, wobei Me ein Metall ist, das über 700°C ein stabiles Oxid bildet. Ein solches Werkzeug läßt sich ohne Kühlschmierung verwenden.

DE 44 25 796 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 94 408 065/525

6/33

Die vorliegende Erfindung betrifft ein beschichtetes Werkzeug nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie dessen Verwendung nach dem Wortlaut von Anspruch 5.

Cermets sind pulver-metallurgische Werkstoffe mit Hartstoffkomponenten und Bindephase. Üblicherweise ist die wesentliche Hartstoffkomponente eine Titanverbindung, wie TiN, TiC, Ti(C,N). Als Bindephase wird üblicherweise Ni eingesetzt, oft mit Co legiert. Weitere Elemente, die üblicherweise bei Cermets eingebaut sind, sind Mo und Ta.

Eingesetzt als Werkzeugmaterial werden Cermets, im Unterschied zu traditionellen Hartmetallen, also auf der Basis von WC, unbeschichtet. Allerdings ist es beispielsweise aus der EP-0 149 024 bekannt, Cermets-Werkzeugkörper mittels TiC, TiN, TiCN, TiCO, TiNO, TiCNO zu veredeln.

Aus der EP-0 269 525 ist eine solche Veredelung mit Schichten aus TiC, TiN, TiCN oder deren Mischungen bekannt.

Schließlich schlägt die EP-A-0 440 157 ebenfalls vor, TiN-Veredelungsschichten vorzusehen.

Bezüglich möglicher Zusammensetzungen der Cermet-Materialien der hier angesprochenen Art sei, nicht abschließend, auf die erwähnten drei Schriften verwiesen, die diesbezüglich als integrierter Bestandteil der vorliegenden Erfindung gelten sollen.

Obwohl die eher selten eingesetzten erwähnten Veredelungsschichten als verschleißmindernde Schichten bezeichnet werden, ist diese ihre Wirkung nicht generell anerkannt. Dies liegt daran, daß mit solchen Schichten wohl ein Schutz der Cermet-Bindephase vor vorzeitigem Verschleiß erreicht wird, nicht aber eine Verbesserung an der Cermet-Hartstoffphase bezüglich Verschleiß. Dies insbesondere nicht bei hohen Temperaturen, wie sie beim Einsatz von Cermet-Werkzeugen, insbesondere Cermet-Schneidwerkzeugen, auftreten, welche üblicherweise trocken, also ohne Kühlemulsion, eingesetzt werden und typischerweise, beispielsweise zum Schleifen, mit hohen Schnittgeschwindigkeiten zum Einsatz kommen.

Die Verschleißfestigkeit an einem Cermet-Werkstoff könnte an sich durch Verringerung des Bindephasenanteils erhöht werden, was aber zu einer geringen Zähigkeit des resultierenden Cermets führt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein beschichtetes Werkzeug eingangs genannter Art zu schaffen, dessen Verschleißfestigkeit gegenüber bekannten beschichteten Cermet-Werkzeugen erhöht ist.

Dies wird durch dessen Ausbildung nach dem kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 erreicht.

Durch erfindungsgemäßes Vorsehen der (Ti, Me) N-Verschleiß-Schutzschicht wird eine Beschichtung geschaffen, deren Verschleißfestigkeit höher ist als diejenige der Hartstoffphase des Cermets und welche mithin nicht nur dessen Bindephase vor vorzeitigem Verschleiß schützt. Dies, wie erwähnt, insbesondere bei den typischen Cermet-Werkzeug-Einsatzbedingungen, d. h. hohen Temperaturen.

Gemäß Wortlaut von Anspruch 2 wird, mindestens im heutigen Zeitpunkt, bevorzugterweise die Verschleiß-Schutzschicht aus TiAlN gebildet. TiAlN ist ein metastabiler Werkstoff, der bei einer Temperatur über 700°C, entsprechend üblichen Cermet-Werkzeug-Einsatzbedingungen, ein stabiles Oxid bildet. Als Abscheidungsverfahren für das erfindungsgemäß eingesetzte Ver-

schleiß-Schutzschicht-Material, und insbesondere auch: TiAlN, kommen praktisch nur Plasmaabscheidungsverfahren in Frage, seien dies PECVD-Verfahren oder reaktive PVD-Verfahren, wie reaktives Sputterbeschichten, reaktives Verdampfungsbeschichten, ion plating. Die eingesetzten Plasmen werden dabei DC-oder AC-gespiesen oder mittels einer Mischspeisung DC+AC.

Durch Kombination metallischer, kovalenter und ionischer Bindungskräfte bei erfindungsgemäßem Einsatz der Verschleißschutzschicht ergeben sich die hervorragenden Eigenschaften des erfindungsgemäßen Werkzeuges.

Die Erfindung wird anschließend beispielsweise anhand von Figuren erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Leistungsvergleich unterschiedlich beschichteter Hartmetall-Schaftfräser bei Zerspanen mit und ohne Kühlemulsion;

Fig. 2 die Standwege von unbeschichteten, beschichteten und insbesondere erfindungsgemäß beschichteten Cermet-Schaftfräsern in Abhängigkeit von Schnittgeschwindigkeit.

Es wurden Hartmetall-Schaftfräser je mit TiN, TiCN, TiAlN beschichtet.

Als Hartmetall-Grundmaterial wurde eingesetzt: Feinstkornsorte K10 mit 6% Co-Anteil, Rest WC (Wolframcarbid).

Die Schichtdicke betrug 3,0µm.

## Prozeßbeschreibung

Alle Werkzeuge wurden mit folgender Prozedur gereinigt:

- 1) Waschen mit einem alkalischen Reinigungsmittel,
- 2) Spülen mit einem deionisierten Wasser,
- 3) Trocknen.

Danach wurden die Werkzeuge in speziellen Halterungen in die entsprechenden Beschichtungsanlagen gebracht.

Der Beschichtungsprozeß besteht aus den Teilschritten:

- 1) Vakuumherzeugung,
- 2) Aufheizen der Werkzeuge,
- 3) Ionenätzen der Werkzeuge,
- 4) Beschichten der Werkzeuge,
- 5) Abkühlen der Werkzeuge.

Die Schritte 1 bis 3 und 5 sind für alle Schichtarten identisch und werden gemeinsam beschrieben.

Nachdem die Vakuumkammer geschlossen ist, wird ein Vakuum mit einem Druck von  $2 \times 10^{-5}$  mbar erzeugt.

Daraufhin wird in der Kammer ein Argondruck von  $25 \times 10^{-4}$  mbar eingestellt und zwischen einem als Kathode geschalteten Filament und den Werkzeugen eine Entladung gezündet. Die Werkzeuge werden dabei durch den Elektronenbeschuß aufgeheizt. Der Heizprozeß ist beendet, wenn die Werkzeuge eine Temperatur von 450°C erreicht haben.

Im nächsten Prozeßschritt wird in der Anlage der Argondruck auf  $15 \times 10^{-4}$  mbar reduziert und eine Entladung zwischen dem oben beschriebenen Filament und einer Anode gezündet. Aus dem auf diese Weise erzeugten Plasma werden Argonionen extrahiert und auf die

Werkzeuge hin beschleunigt, die auf einem gegenüber dem Plasma negativen Potential liegen. Die Argonionen sputtern die obersten Atomlagen der Werkzeugoberfläche ab, wodurch eine sauerstofffreie Oberfläche entsteht, die Voraussetzung für eine gut haftende Schicht ist.

Die Abscheidung der binären Schichten TiN und TiCN erfolgt durch Verdampfung, die der ternären Schichten durch eine Kombination von Verdampfung und Sputtern.

Bei der Verdampfung wird zwischen einem als Anode geschalteten Tiegel und einem Filament eine Entladung gezündet. Der Argondruck entspricht dem Druck während der oben beschriebenen Ätzbehandlung. Die Entladung dient dem Aufschmelzen des Titans und der Ionisierung des Metaldampfes. Der ionisierte Metaldampf wird auf die Werkzeuge hin beschleunigt, indem die Werkzeuge auf ein negativeres Potential als das Plasma gelegt werden.

Bei der Abscheidung der TiN-Schicht wird kurz nach Beginn der Verdampfung von Titan Stickstoff mit einem Partialdruck von  $4 \times 10^{-4}$  mbar in die Prozeßkammer eingelassen. Bei diesem Druck bildet sich eine stöchiometrische TiN-Schicht aus.

Bei der Abscheidung der TiCN-Schicht wird wie bei der TiN-Schicht kurz nach Beginn der Verdampfung Stickstoff mit einem Partialdruck von  $4 \times 10^{-4}$  mbar in die Prozeßkammer eingelassen. Nachdem etwa 1/3 der gewünschten Schichtdicke von  $3 \mu\text{m}$  aufgebracht ist, wird mit einer Rampenfunktion ein kohlenstoffhaltiges Gas, vorzugsweise Acetylen, eingelassen. Hierdurch entsteht eine TiCN-Schicht mit einer gradierten Stickstoff/Kohlenstoffzusammensetzung.

Die Abscheidung von TiAlN erfolgt durch eine Kombination eines Aufdampf- und Sputterprozesses. Der Prozeßbeginn entspricht dem der Abscheidung von TiN. Nachdem eine etwa  $0,2 \mu\text{m}$  dicke TiN-Schicht abgeschieden wurde, wird parallel zum Aufdampfprozeß ein Sputterprozeß begonnen, bei dem ein Target, bestehend aus Titan und Aluminium, verwendet wird. Durch eine Erhöhung des Argondruckes auf  $30 \times 10^{-4}$  mbar wird die Rate des aus dem Tiegel verdampften Titans stark reduziert, so daß die Zusammensetzung der Schicht in etwa der Zusammensetzung des Targets entspricht. Wie bei der TiN-Abscheidung beträgt der Partialdruck des Stickstoffes  $4 \times 10^{-4}$  mbar.

Nachdem die gewünschten Schichtdicken von  $3 \mu\text{m}$  aufgebracht sind, werden die Prozesse durch Abschalten der entsprechenden Stromversorgungen abgeschaltet.

Die Werkzeuge werden dann im Vakuum auf eine Temperatur von  $150^\circ\text{C}$  abgekühlt, die Anlage geflutet und die Werkzeuge entnommen.

Mit den so beschichteten Hartmetall-Schaftfräsern wurde die Legierung 1.7225 (42CrMo<sub>4</sub>), die auf eine Festigkeit  $R_m = 900\text{N/mm}^2$  vergütet war, bearbeitet. Die Zerspanungsbedingungen waren:

Schnittgeschwindigkeit:  $v: 200\text{m/min}$

Vorschub pro Zahn:  $f_z: 0,05\text{mm}$

radiale Zustellung:  $a_e: 0,5\text{mm}$

axiale Zustellung:  $a_p: 12\text{mm}$ .

Alle Fräser hatten einen Durchmesser von 12mm.

Fig. 1 zeigt anhand der Verschleißmarkenbreite das Resultat.

Zerspan wurde mit und ohne Kühlemulsion. Während bei der Verwendung von Kühlemulsion die TiCN-beschichteten Fräser die besten Resultate erbrachten, war bei trockenem Zerspanen für die TiAlN-beschichte-

ten Fräser mit Abstand der geringste Verschleiß zu beobachten.

Erfindungsgemäß wurde dieses Ergebnis auf Werkzeuge übertragen, die typischerweise ohne Kühlemulsion eingesetzt werden, nämlich auf Werkzeuge mit einem Cermet-Grundkörper.

Es wurden nun Schaftfräser mit einem Cermet-Grundkörper der folgenden Zusammensetzung: 85% TiCN, 5% Mo<sub>2</sub>C, 10% C<sub>Ni</sub>, Co gemäß denselben Verfahrensbedingungen wie in der vorab angeführten Prozeßbeschreibung mit der gleichen Schichtdicke TiN-, TiCN- und TiAlN-beschichtet.

In Fig. 2 ist die Abhängigkeit des Standweges von der Schnittgeschwindigkeit für die TiN-, TiCN- und TiAlN-beschichteten Cermet-Schaftfräser und von unbeschichteten Cermet-Schaftfräsern dargestellt. Wiederum wurde die Legierung 1.7225 (42CrMo<sub>4</sub>) zerspan, auf eine Festigkeit  $R_m = 900\text{N/mm}^2$  vergütet. Die Zerspanungsbedingungen waren:

radiale Zustellung  $a_e: 0,5\text{mm}$

axiale Zustellung  $a_p: 12\text{mm}$

Vorschub pro Zahn  $f_z: 0,045\text{mm}$ .

Alle Fräser hatten einen Durchmesser von 12mm.

Als Standzeitkriterium wurde in jedem Falle eine maximale Verschleißmarkenbreite von  $150 \mu\text{m}$  an den Schneiden bzw. eine maximale Verschleißmarkenbreite von  $200 \mu\text{m}$  an den Ecken zugelassen. Mit Abstand zeigten die TiAlN-beschichteten Cermet-Grundkörper-Werkzeuge die besten Resultate.

Als erfindungsgemäß beschichtete Werkzeuge kommen insbesondere spanabhebende Werkzeuge, insbesondere Fräser, Wendeschneidplatten und gegebenenfalls Gewindebohrer, in Frage. Interessant ist, vor allem aus ökologischen Gründen, daß mit den erfindungsgemäßen Werkzeugen, insbesondere mit der bevorzugten TiAlN-Beschichtung, eine leistungsfähige spanabhebende Verarbeitung bei Verzicht auf Kühlschmierstoff möglich wird.

#### Patentansprüche

1. Beschichtetes Werkzeug, bestehend aus einem Cermet-Grundkörper und einer Veredelungsschicht, dadurch gekennzeichnet, daß die Veredelungsschicht eine Verschleiß-Schutzschicht aus  $(\text{Ti,Me})\text{N}$  ist, wobei Me ein Metall ist, das bei einer Temperatur über  $700^\circ\text{C}$  ein stabiles Oxid bildet.
2. Beschichtetes Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Me Aluminium ist.
3. Beschichtetes spanabhebendes Werkzeug nach Anspruch 1.
4. Als Fräser, Wendeschneidplatte, Gewindebohrer oder Bohrer ausgebildetes Werkzeug nach Anspruch 1.
5. Verwendung eines beschichteten spanabhebenden Werkzeuges nach einem der Ansprüche 1 bis 4 ohne Kühlschmierung.
6. Verfahren für das spanabhebende Bearbeiten eines Werkstückes, umfassend die Schritte des
  - Vorsehens eines spanabhebenden Werkzeuges, hergestellt auf der Basis von einem Cermet aufweisenden Grundkörper, beschichtet mittels einer verschleißfesten Beschichtung, bestehend aus  $(\text{Ti,Me})\text{N}$ , wobei Me ein Metall ist, das ein stabiles Oxid bildet bei einer Temperatur oberhalb  $700^\circ\text{C}$ , und
  - Schneiden des besagten Werkstückes ohne die Verwendung einer Kühlungs- und Schmie-

rungsflüssigkeit am Arbeitsbereich des Schneidens.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die besagte Verschleiß-Schutzschicht Aluminium als Metall umfaßt.

5

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

